

Appl. No. 09/604,097

Doc. Ref. AB49

SEMICONDUCTOR LASER AND ITS MANUFACTURE

Patent Number: JP4309281
Publication date: 1992-10-30
Inventor(s): UNOSAWA HIROKIYO
Applicant(s):: NEC CORP
Requested Patent: ☐ JP4309281
Application Number: JP19910075260 19910408
Priority Number(s):
IPC Classification: H01S3/18
EC Classification:
Equivalents: JP2757578B2

Abstract

PURPOSE: To provide an easily usable semiconductor laser by improving the characteristics, such as vertical radiation angle, characteristic temperature, etc., of an A GaInP photoconductive laser.
CONSTITUTION: The refractive index distribution of this semiconductor laser is made asymmetrical by making the band gap of an n-clad layer 2 in a double hetero-structure smaller than that of a p-type clad layer 4 in the structure. In addition, the growing temperature of the double hetero-structure is set higher than the temperature at which the band gap of GaInP becomes the minimum in the growing temperature dependency of the band gap of the GaInP.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

NC 100650

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-309281

(43) 公開日 平成4年(1992)10月30日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

9170-4M

審査請求 未請求 請求項の数2(全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平3-75260

(22) 出願日 平成3年(1991)4月8日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目7番1号

(72) 発明者 宇野沢 浩精

東京都港区芝五丁目7番1号日本電気株式会社内

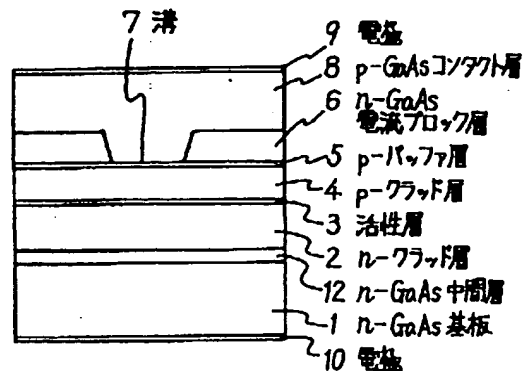
(74) 代理人 弁理士 内原 晋

(54) 【発明の名称】 半導体レーザおよびその製造方法

(57) 【要約】

【目的】 AlGaInP系半導体レーザの垂直放射角、特性温度等の特性を改良し、使い易い半導体レーザを提供する。

【構成】 ダブルヘテロ構造におけるn-クラッド層2のバンドギャップをp-クラッド層4のバンドギャップより小さくし、屈折率分布を非対称にする。また、ダブルヘテロ構造の成長温度をGaInPのバンドギャップの成長温度依存性において、バンドギャップが極小となる温度以上で行なうことを特徴とする。



NC 100651

【特許請求の範囲】

【請求項1】 GaAs基板上に、発光領域となる(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}P (0 ≤ x ≤ 0.2) 活性層をこれよりもバンドギャップが大きく、互いに導電性が異なる2つの(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}P (0.5 ≤ y ≤ 1) クラッド層ではさむダブルヘテロ構造を有し、前記クラッド層に隣接して、前記クラッド層と同じ導電性のGa_{0.5}In_{0.5}P又はAl_{1-x}Ga_xAs (0.4 ≤ z ≤ 1) パッファ層を備え、前記パッファ層に隣接して、パッファ層とは逆の導電性のGaAs層を備え、前記GaAs層に真直な溝を有し、これに隣接し、前記パッファ層と同じ導電性のGaAsコンタクト層を有する半導体レーザの前記2つのクラッド層において、n型クラッド層のバンドギャップをp型クラッド層のバンドギャップよりも20meV以上小さくしたことを特徴とする半導体レーザ。

【請求項2】 GaAs基板上に、(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}P (0 ≤ x ≤ 0.2) 活性層をこれよりもバンドギャップが大きく、互いに導電性が異なる2つの(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}P (0.5 ≤ y ≤ 1) クラッド層で挟んだダブルヘテロ構造、Ga_{0.5}In_{0.5}PまたはAl_{1-x}Ga_xAs (0.4 ≤ z ≤ 1) パッファ層、GaAs電流ブロック層を、有機金属気相成長法により、GaAs基板に格子整合するGaInPの成長温度に依存するバンドギャップが極小となる温度以上の成長温度にて順次積層する工程と、前記GaAs電流ブロック層に溝を形成する工程と、前記溝を埋めて前記GaAs電流ブロック層上にGaAsコンタクト層を形成する工程と、前記GaAsコンタクト層及びGaAs*

*s基板にそれぞれ電極を形成する工程とを少なくとも備えたことを特徴とする半導体レーザの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、バーコードリーダー、光ディスク等の光源に用いられる半導体レーザに関し、特に発振波長680nm以下の可視光半導体レーザに関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体レーザは、光情報処理装置用の光源として、利用されており、各種構造の半導体レーザが提案されている。

【0003】 従来の可視レーザの一例として、電子情報通信学会研究会資料OQE88-10、P65に報告されている。

【0004】 上記の従来例の構造を図5に示す。この半導体レーザは、n-GaAs基板(1)上にn-(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層(2)、アンドープGa_{0.5}In_{0.5}P活性層(3)、P-(A_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層(4)、n-GaAs電流ブロック層(6)を順次積層し、n-GaAs電流ブロック層(6)に真直な溝(7)を形成し、この上にp-GaAsコンタクト層(8)を積層し、電極(9)、(10)を形成して半導体レーザが得られる。

【0005】 従来例では、クラッド層組成y=0.7、共振器長300μmにおいて、下記の表1のような特性を有する。

【0006】

表 1

活性層厚	発振しきい電流	垂直放射角	キンクレベル	最高CW発振温度
0.06μm	65~70mA	35deg	6~7mW	75℃
0.06μm	74mA	39deg	5~6mW	
0.06μm	83mA	50deg	4mW	80℃

※CW：連続発振

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 一般に、半導体レーザは、消費電力を少なくするため発振しきい電流が低いことが要求され、光利用効率を高めるため垂直放射角と水平放射角の比が1に、すなわち円形ビームに近い方が良く、使用光出力範囲を広くするため光出力のキンクレベルが高い方が良く、放熱設計に余裕をもたせるため最高CW発振温度が高い方がよい。

【0008】 この従来の半導体レーザでは、発振しきい電流の低減のため活性層厚とp-クラッド層厚を最適化して65~70mAの発振しきい電流を得ている。しかし、表1に示すように活性層厚に対して、垂直放射角、キンクレベル、最高CW発振温度が変化するため、従来

例の半導体レーザの特性は、実用上使い易い特性を持っていないという問題点があった。

【0009】

【課題を解決するための手段】 本発明の半導体レーザは、垂直放射角、キンクレベル、最高CW発振温度が、活性層を中心に構成されるダブルヘテロ構造に関係することから、クラッド層に用いるAlGaInP型の結晶の物性に注目し、n-クラッド層のバンドギャップをp-クラッド層のバンドギャップより小さくし、非対称な屈折率差を形成することにより、垂直放射角、キンクレベルは、活性層厚0.06μmと同レベルの特性を、また最高CW発振温度は、活性層厚0.1μmと同レベルの特性を有する半導体レーザが得られる。

NC 100652

[0010]

【実施例】次に、本発明について、図面を参照して説明する。図1は本発明の実施例のレーザ断面図である。まず、有機金属気相成長法(MO-VPE法)により、成長圧力76 Torr, 成長温度660℃にて1回目の結晶成長を行う。この1回目の気相成長により、n-GaAs基板(100)面(1)上にn-GaAs中間層(12)を厚さ0.3μm, キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, n-(Al_{0.55}Ga_{0.45})_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層(2)を厚さ1.0μm, キャリア濃度 $6 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, 発光領域となるアンドープGa_{0.5}In_{0.5}P活性層(3)を厚さ0.07μm, p-(Al_{0.5}Ga_{0.5})_{0.5}In_{0.5}Pクラッド層(4)を厚さ0.8μm, キャリア濃度 $3 \sim 5 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$, p-Ga_{0.5}In_{0.5}P又は、p-Al_{0.5}Ga_{0.5}Asバッファ層(5)を厚さ0.1μm, キャリア濃度 $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, n-GaAs電流ブロック層(6)を厚さ0.6μm, キャリア濃度 $3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ を順次積層する。ドーパントには、p型がZn, n型がSiを用いる。

【0011】次に、フォトリソ法により[0-1]方向にp-バッファ層(5)に達するストライプ状の溝(7)を形成する。この溝の幅は、p-バッファ層(5)側で7μmとする。

【0012】続いて、2回目の結晶成長をMO-VPE法により、常圧の成長圧力において、成長温度650℃にて、p-GaAsコンタクト層(8)を厚さ4μm, キャリア濃度 $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ を成長する。この後、電極(9), (10)を形成して本発明に係る半導体レーザが構成される。

【0013】1回目の結晶成長条件の成長温度は、図2に示すGaAs基板に格子整合するGaInPのバンドギャップの成長温度依存性において、バンドギャップが極小となる温度以上で行なうものとする。このようなバンドギャップの変化は、GaとInの配列の規則性によるものである。

【0014】本発明に係る結晶成長条件において(Al_{1-y}Ga_y)_{0.5}In_{0.5}P結晶のバンドギャップは、Al組成yに対し、y=0.5~0.6の範囲では、y=0.01あたり5meV程度変化する。また、p-クラッド層は、p型ドーパントによらず、ドーピング量により結晶中の3族原子の配列状態が変化し、バンドギャップの変化が生じる。AlGaInP系の結晶では、ドーピングが高くなるとバンドギャップは大きくなる。このようなことから、本実施例におけるp-クラッド層とn-クラッド層のバンドギャップ差は、30meV程度ある。

[0015]

【発明の効果】以上、説明した実施例の構造を有する半導体レーザの特性は、活性層厚0.07μm, 共振器長300μmにて、発振しきい電流70mA, 垂直放射角

3.4°, キンクレベル9~10mW, 最高CW温度95℃が得られた。

【0016】垂直放射角の改善は、p-クラッド層とn-クラッド層のバンドギャップ差、すなわち、屈折率差があるため、非対称導波路が構成されている。レーザ光は、クラッド層に屈折率差があるため、p-クラッド層よりもn-クラッド層に多く光がしみ出して、導波される。これにより、出射端面のレーザ光のニアフィールドは、垂直方向に広がるため垂直放射角が小さくなり、図3に示すように、従来例より約6°低減され3.4°になった。

【0017】キンクレベルの改善は、次のように説明できる。本発明のレーザは、利得導波型半導体レーザであるため、ストライプ部を中心とした光導波は、空間的ホールバーニングという現象により維持されるが、これにより生じた横方向屈折率差は、光出力の増加に伴い、プラズマ効果による横方向屈折率差の減少をもたらす。横モードのくずれ、すなわちキンクが発生する。横モードの維持のため、活性層の光密度を低減すれば、キンク発生光出力を高くすることが可能となる。従って、本発明の半導体レーザは利得導波型であるため、横方向屈折率差の操作は、電流注入窓口となる溝(7)の幅で、注入電流の拡がり操作すれば変わるが、発振しきい値への影響が大きく困難であり、垂直方向の光閉じ込め低減するのが得策である。このため、クラッド層の屈折率差(バンドギャップ)を非対称化すればキンクレベルの改善ができ、実験の結果、図4の傾向が得られ、クラッド層のバンドギャップ差25~30meVでキンクレベルは10mWと改善できた。

【0018】また、本発明の半導体レーザの信頼性としては、50℃, 5mWの定光出力通電で2万時間以上の推定寿命が得られている。

【0019】上記のような特性は、図2に示すGaInPのバンドギャップの成長温度依存性をもとに見た成長温度として、620℃以上では得られるものの、620℃以下では、満足な結果が得られなかった。これについては、3族原子Al, Ga, Inの配列の規則性とドーパントのZnとに関係すると考えられる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の半導体レーザの断面図。

【図2】GaInPのバンドギャップの成長温度依存性を示す図。

【図3】垂直放射角の活性層厚依存性を示す図。

【図4】p-クラッド層とn-クラッド層のバンドギャップ差とキンクレベルの関係を示す図。

【図5】従来型の半導体レーザの断面図。

【符号の説明】

- 1 n-GaAs基板
- 12 n-GaAs中間層
- 2 n-(Al_{1-y}Ga_y)_{0.5}In_{0.5}Pクラッド

NC 100653

5

6

層 ($0.5 \leq y \leq 1$)Asパッファ層 ($0.4 \leq z \leq 1$)3 アンドープGa_{0.5}In_{0.5}P活性層

6 n-GaAs電流ブロック層

4 p-(Al_{1-x}Ga_x)_{0.5}In_{0.5}Pクラッド

7 溝

層

8 p-GaAsコンタクト層

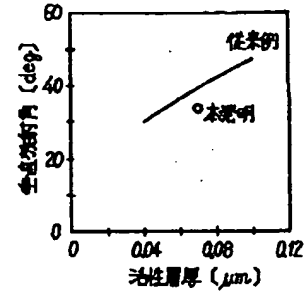
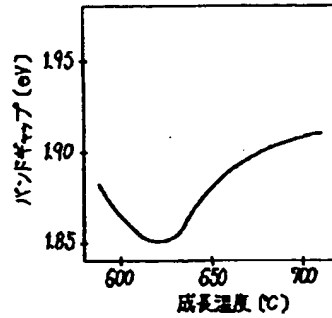
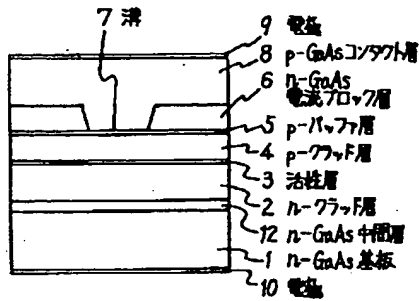
5 p-Ga_{0.5}In_{0.5}P又はp-Al_{1-x}Ga_xP

9, 10 電極

【図1】

【図2】

【図3】



【図4】

【図5】

